

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А. Л. Толстик

31.12.2015

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 600 /уч.

ДОЗИМЕТРИЯ И ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 05 03

Химия высоких энергий

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 03-2013 и учебного плана № G31-146/уч. от 2013г для специальности 1-31 05 03 «Химия высоких энергий».

СОСТАВИТЕЛИ:

В. С. Кособуцкий, доцент кафедры радиационной химии и химико-фармацевтических технологий Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.А. Савицкий, доцент кафедры физической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент.

С.Б. Ластовский, заведующий лабораторией радиационных воздействий ГО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению», кандидат физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой радиационной химии и химико-фармацевтических технологий (протокол № 18 от 08. 06. 2015г);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 29.06.2015г)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений» является дисциплиной предназначенной для изучения в рамках специальности «Химия высоких энергий» и относится к государственному компоненту цикла специальных дисциплин. Курс рассчитан на 168 часов из них 88 аудиторных часов: 34 часа лекционных, 36 часов лабораторные занятия, 18 часов семинарские занятия и завершается зачетом и экзаменом. Данная дисциплина является теоретическим курсом с элементами практики и связана с дисциплинами «Радиационная химия» и «Радиометрия» в рамках указанной специальности.

Целью дисциплины является дать обучаемым понимание тех фундаментальных знаний и принципов, которые положены в основу различных методов дозиметрии ионизирующих излучений, ознакомить с современными методами дозиметрии различных видов излучений. **Задача** дисциплины – выработать навыки практического выполнения дозиметрических измерений с использованием наиболее распространенных и доступных методов дозиметрии.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

знать:

- задачи дозиметрии и значение дозиметрических измерений в радиационно-химических экспериментах, радиобиологических исследованиях, в радиационных технологиях и в области радиационной безопасности;
- теоретические основы и тенденции развития современной дозиметрии;
- физические и химические процессы, положенные в основу дозиметрии различных видов ионизирующих излучений;
- физические и химические методы дозиметрии;
- особенности дозиметрии нейтронного и смешанного излучений;
- специфику дозиметрического эксперимента;
- способы защиты от различных видов ионизирующих излучений;

уметь:

- планировать и проводить дозиметрические измерения и расчеты доз облучения различных объектов;
- применять химические методы дозиметрии для обеспечения выполнения радиационно-химического эксперимента;
- оценивать возможности и эффективности различных способов защиты от ионизирующих излучений разных видов;

владеть:

- методологией выбора метода дозиметрии и оценки его применимости;
- теоретическими представлениями, на которых базируются различные способы защиты от ионизирующих излучений.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение.

Предмет, цели и задачи дозиметрии, связь дозиметрии с другими дисциплинами. Классификация методов дозиметрии. Абсолютные и относительные методы, физические и химические методы дозиметрии.

Раздел 1. Физические основы дозиметрии и физические методы дозиметрии.

Тема 1.1. Физические основы дозиметрии.

Переданная энергия. Дозы излучения: экспозиционная, поглощенная, эквивалентная, эффективная, коллективная эффективная доза. Мощность дозы. Единицы измерения и соотношения доз. Индивидуальный дозиметрический контроль — области приложения и используемые методики. Принципы расчета доз внешнего и внутреннего облучения человека.

Тема 1.2. Калориметрический метод дозиметрии.

Адиабатические, изотермические, дифференциальные калориметрические дозиметры, границы применимости. Принципы расчета мощности дозы. Квазиадиабатический калориметрический дозиметр. Тепловой дефект калориметра.

Тема 1.3. Ионизационный метод дозиметрии.

Физические основы ионизационного метода. Электронное равновесие. Обобщенная теория ионизации в полости. Соотношение Брегга-Грея. Средняя энергия ионизации воздуха. Эффективный атомный номер вещества. Свободно-воздушная, полостная, наперстковая ионизационные камеры. Вольт-амперная характеристика ионизационных камер и газоразрядных счетчиков. Энергетическая зависимость чувствительности детектора от энергии фотонного излучения — "ход с жесткостью". Универсальная характеристика ионизационной камеры. Конденсаторная ионизационная камера. Газоразрядные счетчики. Жидкостные ионизационные камеры. Особенности полупроводниковых детекторов. Дозиметрические характеристики полупроводниковых детекторов.

Тема 1.4. Сцинтилляционный и люминесцентные методы дозиметрии.

Сцинтилляционные детекторы. Их характеристики и принцип регистрации излучений и расчета доз. Средняя энергия фотонообразования. Люминесцентные методы дозиметрии. Радиофотолюминесцентные и радиотермолюминесцентные детекторы. Термолюминесцентные дозиметры (ТЛД). Сущность метода. Спектр электронно-дырочных центров, кривая

термовысвечивания. Светосумма. Функции накопления и удержания дозиметрической информации. Фединг. Основные типы ТЛД, область применения, достоинства и недостатки. Фотографический метод дозиметрии.

Тема 1.5. Особенности дозиметрии нейтронного и бета-излучения.

Дозиметрия нейтронных потоков и смешанного n -гамма излучения. Активационные детекторы. Трековые детекторы. Использование радиаторов (конверторов) в дозиметрии нейтронов. Измерение дозы от бета-излучения и электронов. Экстраполяционная ионизационная камера. Расчетные и экспериментальные методы. Особенности дозиметрии в смешанных полях излучения (гамма-бета, гамма-нейтронном и т.п.).

Раздел 2. Химические методы дозиметрии.

Тема 2.1. Дозиметры на основе водных растворов неорганических веществ.

Требования, предъявляемые к химическим дозиметрам. Принцип расчета мощности дозы с использованием химических дозиметров. Ферросульфатный дозиметр Фрике. Модификации дозиметра Фрике. Цериновая дозиметрическая система. Бихроматный дозиметр.

Тема 2.2. Дозиметры на основе органических веществ.

Щавелевокислотный дозиметр. Глюкозный дозиметр. Дозиметр на основе хлороформа. Хлорбензольный, циклогексановый, бензольный дозиметры.

Тема 2.3. Дозиметры на основе газовых и полимерных систем.

Дозиметры на основе газов. Дозиметры на основе полимерных материалов. Дозиметрия смешанного нейтрон-гамма излучения с использованием химических дозиметров. Дозиметрия импульсного излучения. Основы микродозиметрии.

Раздел 3. Защита от ионизирующих излучений.

Тема 3.1. Защита от фотонных излучений.

Способы защиты от ионизирующих излучений. Закон ослабления фотонного излучения при прохождении через слой вещества. Защита экранированием для точечных и протяженных источников. Способы расчета толщины защитных экранов. Гомогенная защита, гетерогенная защита.

Тема 3.2. Защита от нейтронного и других корпускулярных излучений.

Защита от быстрых нейтронов. Способы расчета защитных экранов: метод длин релаксаций, метод сечения выведений, расчет по номограммам. Особенности защиты от нейтронов. Дозовый состав нейтронного излучения в

защитах. Защита от бета и альфа излучений. Альбедо излучений. Скайшайн и квазискайшайн.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Вопросы дозиметрии и радиационная безопасность на атомных электрических станциях. Уч.пособие под редакцией А.В. Носовского. "Укротомиздат", Славутич, 1998.
2. Голубев В.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений. М.: Энергоатомиздат. 1986.
3. Гусев Н. Г., Климанов В. А., Машкович В. П., Суворов А. П. Защита от ионизирующих излучений. Т.1 Физические основы защиты от излучений. М.: Энергоатомиздат, 1989.
4. Гусев Н. Г., Ковалев Е.Е., Машкович В. П., Суворов А. П. Защита от ионизирующих излучений. Защита от излучений ядерно-технических установок. М.: Энергоатомиздат, 1990.
5. Иванов В. И. Курс дозиметрии. М.: Энергоатомиздат, 1988.
6. Кабакчи С. А., Булгакова Г. П. Радиационная химия в ядерном топливном цикле. НИФХИ им. Л.Я. Карпова, РХТУ им. Д.И. Менделеева. 1997.
7. Кутьков В.А., Поленов Б.В., Черкашин В.А. Радиационная безопасность и радиационный контроль. Т.2. Обнинск-НОУ «ЦИПК». 2008.
8. Машкович В.П., Кудрявцева А.В. Защита от ионизирующих излучений: Справочник – 4-е изд., М.: Энергоатомиздат. 1995.
9. Пикаев А. К. Современная радиационная химия. Основные положения. Экспериментальная техника и методы. М.: Наука, 1985.
10. Пикаев А. К. Современная радиационная химия. Радиоллиз жидкостей и газов. М.: "Наука", 1986.

Дополнительная:

1. Введение в дозиметрию и защита от ионизирующих излучений. Изд. С.-Пб. ГПУ, 2008.
2. Матвеев, А. В., Козаченко, В. И., Котов, В. П. Практикум по дозиметрии и радиационной безопасности: учеб. пособие / под ред. А. В. Матвеева; ГУАП. СПб., 2006.
3. Осанов Д. П., Лихтарев И. А. Дозиметрия излучений инкорпорированных радиоактивных веществ. М.: Атомиздат, 1977.
4. Ткаченко В.П. Конспект лекций по курсу «Дозиметрия и защита от излучений». Обнинск. 1990г.
5. Хенли Э., Джонсон Э. Радиационная химия. М.: Атомиздат, 1974.

Примерный перечень лабораторных работ

Лабораторные работы предполагают проведение дозиметрии гамма-установки МРХ-гамма-25М с использованием следующих дозиметров:

1. Ферро-сульфатный дозиметр Фрике.
2. Дозиметр Харта.
3. Бихроматный дозиметр.
4. Хлорбензольный дозиметр Дворника.
5. Дозиметр на основе щавелевой кислоты.
6. Церий сульфатный дозиметр.
7. Дозиметр на основе хлороформа.
8. Разработка дозиметра на основе поливиниловой плёнки, окрашенной метиленовым голубым.

План семинарских занятий

Тема 1. Физические основы дозиметрии.

Переданная энергия. Дозы излучения: экспозиционная, поглощенная, эквивалентная, эффективная. Мощность дозы. Единицы измерения и соотношения доз.

Тема 2. Калориметрический метод дозиметрии.

Адиабатические, изотермические, дифференциальные калориметрические дозиметры, границы применимости. Тепловой дефект.

Тема 3. Ионизационный метод дозиметрии.

Электронное равновесие. Соотношение Брегга-Грея. Обобщенная теория ионизации в полости. Средняя энергия ионизации воздуха. Эффективный атомный номер стенки и полости. Свободно-воздушная, полостная, наперстковая ионизационные камеры. Вольт-амперная характеристика ионизационных камер. Энергетическая зависимость чувствительности детектора от энергии фотонного излучения — "ход с жесткостью". Конденсаторные камеры. Газоразрядные счетчики. Жидкостные ионизационные камеры. Полупроводниковые дозиметрические детекторы и их особенности.

Тема 4. Сцинтилляционный и люминесцентные методы дозиметрии.

Средняя энергия фотонообразования. Сцинтилляционные детекторы. Их характеристики и принцип регистрации излучений и расчета доз. Люминесцентные методы дозиметрии. Радиофотолюминесцентные и радиотермолюминесцентные детекторы. Термолюминесцентные дозиметры (ТЛД). Сущность метода. Спектр электронно-дырочных центров, кривая

термовысвечивания. Светосумма. Функции накопления и удержания дозиметрической информации. Фединг. Основные типы ТЛД, область применения, достоинства и недостатки. Фотографический метод дозиметрии.

Тема 5. Особенности дозиметрии нейтронного и бета-излучения.

Дозиметрия нейтронных потоков и смешанного n -гамма излучения. Активационные детекторы. Трековые детекторы. Использование радиаторов (конверторов) в дозиметрии нейтронов. Измерение дозы от бета-излучения и электронов. Экстраполяционная ионизационная камера. Расчетные и экспериментальные методы. Особенности дозиметрии в смешанных полях излучения (гамма-бета, гамма-нейтронном).

Тема 6. Защита от фотонных излучений.

Способы защиты: защита расстоянием, химические способы защиты, защита экранированием. Закон ослабления фотонного излучения при прохождении через слой вещества. Защита экранированием для точечных и протяженных источников. Способы расчета толщины защитных экранов. Гомогенная защита, гетерогенная защита.

Тема 7. Защита от нейтронного и других корпускулярных излучений.

Защита от быстрых нейтронов. Способы расчета защитных экранов: метод длин релаксаций, метод сечения выведений, расчет по номограммам. Особенности защиты от нейтронов. Дозовый состав нейтронного излучения в защитах. Защита от бета и альфа излучений.

Примерный перечень вопросов для самостоятельного изучения

1. Индивидуальный дозиметрический контроль — области приложения и используемые методики.
2. Фотографический метод дозиметрии.
3. Использование радиаторов (конверторов) в дозиметрии нейтронов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
	Дозиметрия ионизирующих излучений (88 ч)	34	18	36			
Введение	Цели и задачи дозиметрии. Классификация методов дозиметрии.	1				[1,7,9, 10]	опрос
Тема 1.1	Физические основы дозиметрии	2	2			[1,7,9, 10]	опрос
Тема 1.2	Калориметрический метод дозиметрии	2	2			[5,9,10]	коллоквиум
Тема 1.3	Ионизационный метод дозиметрии	6	4			[1-7]	коллоквиум
Тема 1.4	Сцинтилляционный и люминесцентные методы дозиметрии	4	4			[5,9]	коллоквиум
Тема 1.5	Особенности дозиметрии нейтронного и бета-излучения	3	2			[5,9]	коллоквиум
Тема 2.1	Дозиметры на основе водных растворов неорганических веществ	5		15	Приборы, химпосуда и реактивы	[6,9,10]	Защита отчетов по лаб. работам
Тема 2.2	Дозиметры на основе органических веществ	2		15	Приборы, химпосуда и реактивы	[9,10]	Защита отчетов по лаб. работам
Тема 2.3	Дозиметры на основе газовых и полимерных систем	1		6	Приборы, химпосуда и реактивы	[5,9]	коллоквиум
Тема 3.1	Защита от фотонных излучений	4	2			[2-4,8]	опрос
Тема 3.2	Защита от нейтронного и других корпускулярных излучений	4	2			[2-4,8]	опрос

ПРОТОКОЛ
СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО ПО ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С
ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)*
Радиометрия	Радиационной химии и химико-фармацевтических технологий	Предложений нет	Принять программу без изменений. 08. 06. 2015г №18
Радиационная химия	Радиационной химии и химико-фармацевтических технологий	Предложений нет	Принять программу без изменений. 08. 06. 2015г №18

* При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
радиационной химии и химико-фармацевтических технологий
(протокол № _____ от _____ 2015 г.)

О.И. Шадыро

Д.В.Свиридов